

**BAHAN KOMPOSIT *SANDWICH* UNTUK PANEL
INTERIOR & EXTERIOR**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi
Strata I pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

**AJAB WICAKSONO
D200140189**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2020**

HALAMAN PERSETUJUAN

**BAHAN KOMPOSIT *SANDWICH* UNTUK PANEL
INTERIOR & EXTERIOR**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

AJAB WICAKSONO
D200140189

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen
Pembimbing



Ir. Agus Hariyanto, MT.

HALAMAN PENGESAHAN

**BAHAN KOMPOSIT *SANDWICH* UNTUK PANEL
INTERIOR & EXTERIOR**

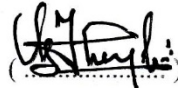
Oleh :

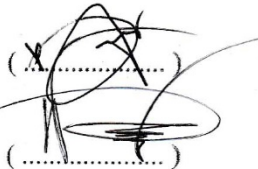
AJAB WICAKSONO
D200140189

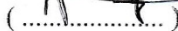
Telah dipertahankan di depan dewan penguji
Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Rabu, 1 Juli 2020
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. Agus Hariyanto, MT.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Patna Partono, ST, MT.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Wijianto, Meng.Sc.
(Anggota II Dewan Penguji)

()

()

()



Dekan

Ir. Sri Sunarjono, MT., P.hD.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti atau ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 16 Juli 2020

Penulis



AJAB WICAKSONO

D200140189

BAHAN KOMPOSIT *SANDWICH* UNTUK PANEL INTERIOR & EXTERIOR

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh variasi ketebalan core dan variasi fraksi berat terhadap peningkatan kekuatan bending komposit sandwich berpenguat sekam padi dan bata hebel bermatrik semen hebel. Mekanisme perpatahan diamati dengan foto makro. Bahan utama penelitian adalah bata hebel dengan mesh 20, semen hebel, sekam padi dan skin berbahan aluminium. Komposit dibuat dengan metode cetak tekan (press mold). Fraksi berat penguat (WW_{ff}) core adalah 30% & 50%. Untuk tebal core adalah 5 mm, 15 mm dan 25 mm, sedangkan tebal skin 1 mm. Spesimen dan prosedur pengujian bending mengacu pada standar ASTM C 393-00. Penampang patahan dilakukan foto makro untuk mengidentifikasi pola kegagalannya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa momen bending komposit sandwich memiliki harga yang paling maksimal pada fraksi berat (WW_{ff}) 30% dengan tebal core 25 mm yaitu 13084,84 N/mm. Tahapan pola kegagalan komposit sandwich adalah delaminasi skin dan core dan core retak akibat tegangan geser. Density memiliki harga yang paling maksimal pada fraksi berat (WW_{ff}) 30 % dengan tebal core 5 mm yaitu 1,94 Ton/m³ dimana semakin tinggi core yang dibuat maka semakin rendah density yang diperoleh. Hasil komposisi kimia dari skin berbahan aluminium terdapat 17 unsur yang terkandung, namun hanya 3 unsur yang paling dominan yaitu (Al) 99,28%, (Cu) 0,156%, (Zn) 0,156%.

Kata Kunci : Sandwich, Fraksi Berat, Tebal Core, Kekuatan Bending, Densitas.

ABSTRACT

The purpose of this study was to investigate the effect of core thickness variations and weight fraction variations on the increased bending strength of rice husk-strength composite sandwiches and hebel cement brick with hebel cement. The fracture mechanism is observed with a macro photo. The main material of the research is hebel brick with mesh 20, hebel cement, rice husk and aluminum skin. Composites are made by the press mold method. The weight fraction of the amplifier (WW_{ff}) core is 30% & 50%. Core thickness is 5 mm, 15 mm and 25 mm, while skin thickness is 1 mm. Bending specimens and testing procedures refer to ASTM C 393-00 standard. Fractional cross section is done by macro photo to identify the failure pattern. The results of this study indicate that the bending moment of sandwich composites has the maximum value at a weight fraction (WW_{ff}) of 30% with a core thickness of 25 mm that is 13084.84 N / mm. Stages of failure patterns of sandwich composites are delamination of skin and core and core cracks due to shear stress. Density has the maximum value at a weight fraction (WW_{ff}) of 30% with a 5 mm core thickness of 1.94 Tons / m³ where the higher the cores are

made, the lower the density obtained. The results of the chemical composition of aluminum-based skins contained 17 elements, but only 3 were the most dominant elements, namely (Al) 99.28%, (Cu) 0.156%, (Zn) 0.156%.

Keywords : Sandwich, Weight Fraction, Core Thickness, Bending Strength, Density.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semakin majunya perkembangan jaman khususnya di bidang rekayasa perlu dilakukan sebuah inovasi material yang digabungkan secara makroskopis dimana biasa disebut komposit. Komposit sendiri memiliki banyak macam baik dari klasifikasi bentuk matrik penyusun maupun penguatnya dan peneliti menggunakan komposit *sandwich* sebagai salah satu jenis dari komposit berdasarkan penguatnya dimana terdiri dari 3 layer yaitu *skin*, *core*, dan *skin*.

Di negara Indonesia terdapat banyak sekali tumbuhan yang mudah di temukan salah satunya adalah tanaman padi. Tanaman tersebut ketika sudah matang dan dipisahkan antara biji padi (beras) dan kulitnya kebanyakan dari kulit (sekam padi) tersebut menjadi sampah atau di buang begitu saja sehingga peneliti menggunakan sekam padi sebagai bahan penguat *core* karena sifatnya yang bagus dalam meredam temperatur..

Dalam kontruksi bangunan, bata hebel merupakan material yang mempunyai bobot ringan dan efisien dimana sangat banyak diminati dan dicari karena banyak sekali kelebihan khususnya dalam ketahanan yang baik dan mudah di instalasi sehingga peneliti menjadikan bata hebel sebagai bahan kombinasi dalam pembuatan *core* dan dalam penyusunannya menggunakan perekat semen hebel dikarenakan lebih efisien dibanding dengan adukan semen dan pasir yang bertujuan untuk menyatukan sekam padi dan bata hebel dalam komposit *sandwich*.

Di dunia modern, aluminium adalah logam yang memiliki tampilan putih keperakan dan menampilkan banyak sifat yang tidak biasa

serta memiliki aplikasi yang luas sehingga peneliti menggunakannya sebagai bahan untuk *skin* dalam komposit *sandwich*.

Dalam sebuah komposit *sandwich* dibutuhkan perekat untuk merekatkan *skin* dan *core* agar tidak terjadi pergesaran dan kerusakan pada *core* dimana peneliti menggunakan lem aica aibon karena sudah terkenal akan kekuatan dan ketahanannya.

Berdasarkan uraian diatas maka di perlukan sebuah penelitian dengan melakukan variasi tebal *core* dan variasi berat dan dilakukan pengujian bending sesuai standart yang sudah ditentukan sebelumnya. Kemudian dilakukan pengujian *density* untuk mengetahui nilai berat dan volume lalu foto makro untuk mengetahui pola kegagalan serta pengujian komposisi kimia dengan menggunakan *spectometry* sehingga dapat mengetahui unsur yang terkandung pada paduan tersebut. Diharapkan dengan penelitian ini dapat dihasilkan hasil paduan yang berkualitas baik.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh kekuatan bending komposit pada variasi tebal *core* 5mm, 15mm, 25 mm dan variasi fraksi berat penguat (*Wf*) *core* 30% dan 50% dengan standar ASTM C 393.
2. Bagaimana pola kegagalan dalam pengamatan foto makro.
3. Bagaimana nilai *density* dengan standart ASTM C 271.
4. Bagaimana unsur yang terkandung pada aluminium dengan standart ASTM E 1251.

1.3 Batasan Masalah

Untuk menentukan arah penelitian serta mengurangi banyaknya permasalahan maka batasan masalah sebagai berikut :

1. Bahan Penguat *Core* pada penelitian ini yang digunakan yaitu Sekam Padi dengan MC max 15%, Bata Hebel dengan Mesh 20 & Semen Hebel.
2. Bahan Skin yang di pakai adalah aluminium (Al-Cu-Zn) dengan ketebalan 1 mm.
3. Bahan Perekat Skin & Core adalah Lem Aica Aiobon $\rho = 0,5 \text{ kg/m}^2$
4. Pengujian pada penelitian ini difokuskan pada pengujian *bending* dengan standar ASTM C 393, foto *makro*, *density* dengan standar ASTM C 271 dan komposisi kimia dengan standar ASTM E 1251.
5. Variasi tebal *core* adalah 5mm, 15mm, 25mm.
6. Fraksi berat penguat *core* yaitu $W_{t1} = 30\%$ (sekam padi 15% dan bata hebel 15% sebagai penguat dan semen hebel 70% sebagai pengikat) dan $W_{t2} = 50\%$ (sekam padi 25% dan bata hebel 25% sebagai penguat dan semen hebel 50% sebagai pengikat)

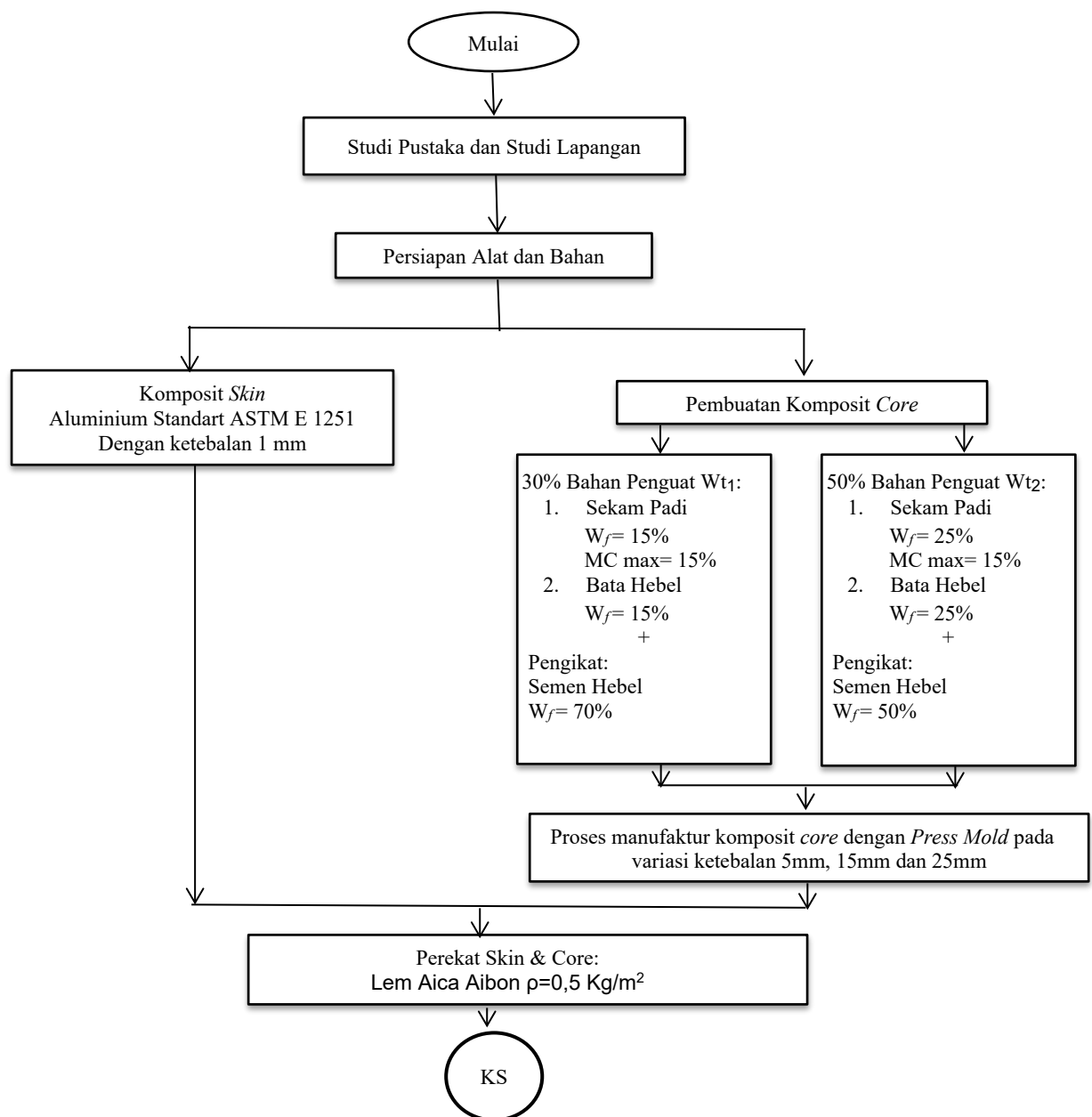
1.4 Tujuan Penelitian

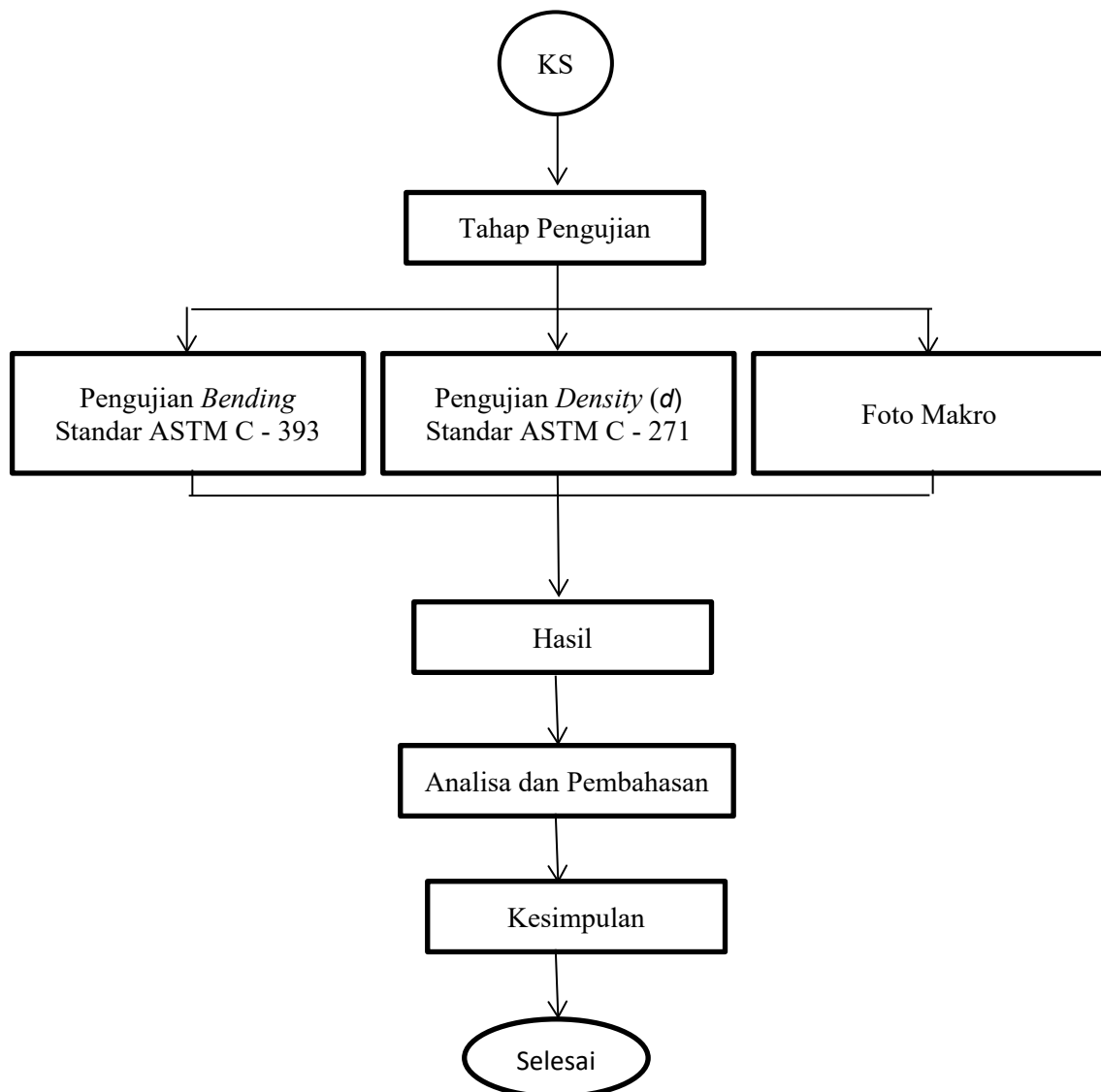
Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kekuatan *bending* komposit pada variasi tebal *core* 5mm, 15mm, 25mm dan variasi fraksi berat penguat (W_f) *core* 30% dan 50% dengan standar ASTM C 393.
2. Mengetahui pola kegagalan dalam pengamatan foto makro.
3. Mengetahui nilai *density* dengan standart ASTM C 271.
4. Mengetahui unsur yang terkandung pada aluminium dengan standart ASTM E 1251.

2. METODE

2.1. Diagram Alir Penelitian





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2. Alat dan bahan penelitian

Peralatan yang perlu dipersiapkan dalam penelitian ini adalah : Alat uji bending, Timbangan manual, Wadah ukur, Penyaring, Cetakan, Jangka sorong, Gerinda potong, *Mixer* (pengaduk), *Pocket Infrared Thermometer*, Mesin potong manual dan Palu besi dan pen.

Bahan yang perlu dipersiapkan dalam penelitian dalam penelitian ini adalah : Sekam padi, Bata hebel, Semen hebel, Aluminium, Air dan Lem aica aibon.

2.3. Langkah Penelitian

2.3.1 Prosedur Pembuatan Komposit *Sandwich*

A. Pada Bagian *Skin*

1. Mempersiapkan lembaran aluminium
2. Menggambar dengan ukuran sesuai standart bending yaitu 20 cm x 4,6 cm
3. Potong dengan mesin potong manual sesuai gambar yang sudah dibuat
4. Luruskan plat aluminium yang sudah dipotong dengan palu besi hingga lurus

B. Pada Bagian *Core*

1. Persiapkan alat dan bahan pendukung untuk membuat core
2. Timbang bahan sesuai dengan Fraksi Berat:
 $W_{t1}=30\%$ dengan ketentuan semen hebel 1,4 kg, bata hebel 0,3 kg, sekam padi 0,3 kg + air 1 liter.
 $W_{t2}=50\%$ dengan ketentuan semen hebel 1 kg, bata hebel 0,5 kg, sekam padi 0,5 kg + air 1 liter.
3. Jika sudah campur semua bahan lalu aduk dengan menggunakan alat pengaduk hingga tercampur rata.
4. Masukkan adonan kedalam cetakan yang sebelumnya sudah disetting sesuai tinggi yaitu 5 mm, 15 mm, 25 mm.
5. Lakukan *press mold* hingga rata dan diamkan hingga 2x24 jam diatas sinar matahari.

C. Penyatuan *Skin* dan *Core* Komposit *Sandwich*

Dalam hal ini komposit *skin* (lapisan atas dan bawah) *core* (inti) disatukan menjadi sebuah komposit *sandwich* dengan cara memberikan lem *aica aibon* pada Aluminium.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Kekuatan Bending

Hasil pengujian bending dan analisis data dalam berbagai variasi fraksi berat ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2, sedangkan grafik momen bending, tegangan bending, regangan bending, *facing bending*, *core shear stress*, modulus elastisitas, dan kekakuan bending versus tebal *core* diperlihatkan masing-masing pada gambar 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8.

3.1.1 Tabel Hasil Perhitungan Pengujian Bending

Tabel 1. Hasil Pengujian Bending Komposit *Sandwich* pada Fraksi Berat 30%

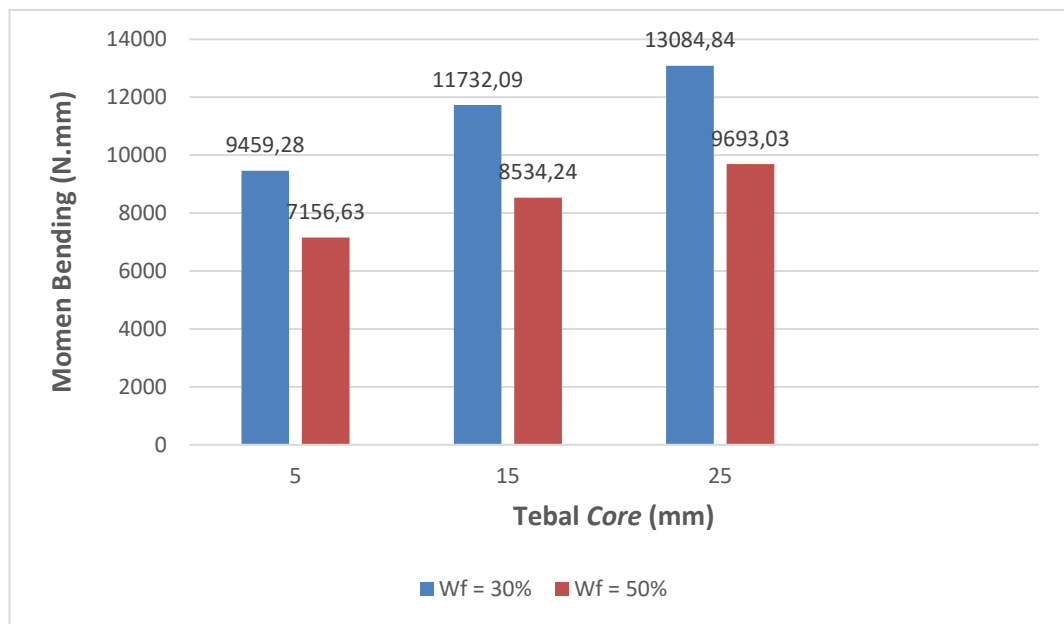
Tebal Core (c) (mm)	Tebal Skin (t) (mm)	Momen Bending (M) (N.mm)	Kekuatan Bending (σ_b) (MPa)	Regangan Bending (δ) (mm)	Facing Bending (σ_{facing}) (MPa)	Core shear stress (τ_{core}) (MPa)	Modulus Elastisitas (E_b) (MPa)	Kekakuan Bending (D_b) (N/mm)
5	1	9459,28	12,59	19,56	17,14	0,23	61,92187	81416,94
15	1	11732,09	2,65	14,02	7,97	0,11	3,48557	65644,35
25	1	13084,84	1,17	11,97	5,47	0,07	0,78008	58857,86

Tabel 2. Hasil Pengujian Bending Komposit *Sandwich* pada Fraksi Berat 50%

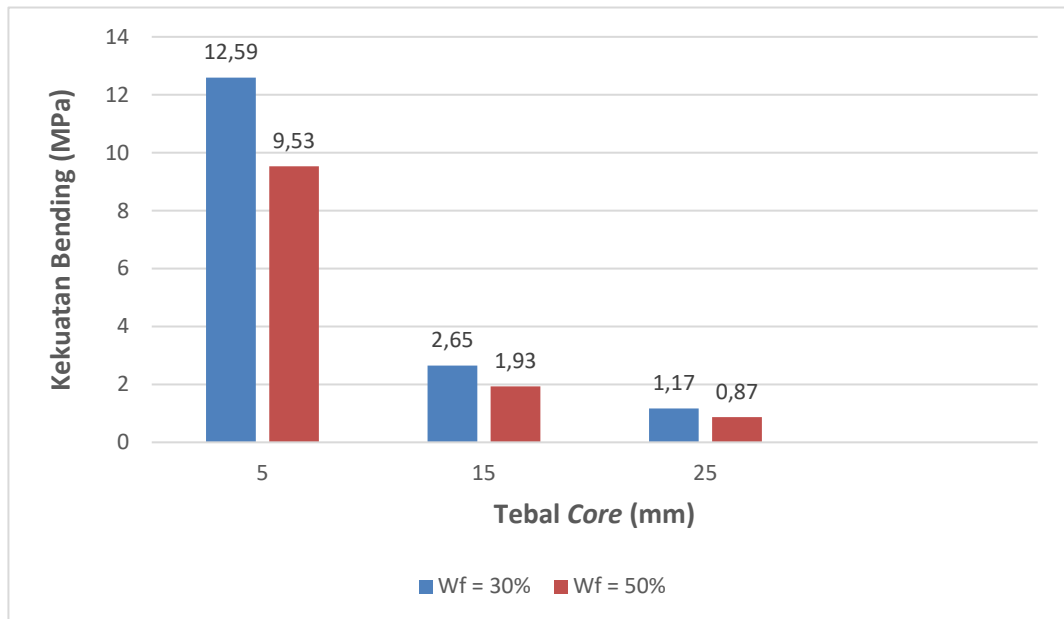
Tebal Core (c) (mm)	Tebal Skin (t) (mm)	Momen Bending (M) (N.mm)	Kekuatan Bending (σ_b) (MPa)	Regangan Bending (δ) (mm)	Facing Bending (σ_{facing}) (MPa)	Core shear stress (τ_{core}) (MPa)	Modulus Elastisitas (E_b) (MPa)	Kekakuan Bending (D_b) (N/mm)
5	1	7156,63	9,53	30,58	12,96	0,17	81,84531	107612,95
15	1	8534,24	1,93	29,82	5,80	0,08	4,79165	90241,86
25	1	3693,03	0,87	32,81	4,05	0,05	1,05304	79453,58

3.1.2 Grafik Hasil Perhitungan Pengujian Bending

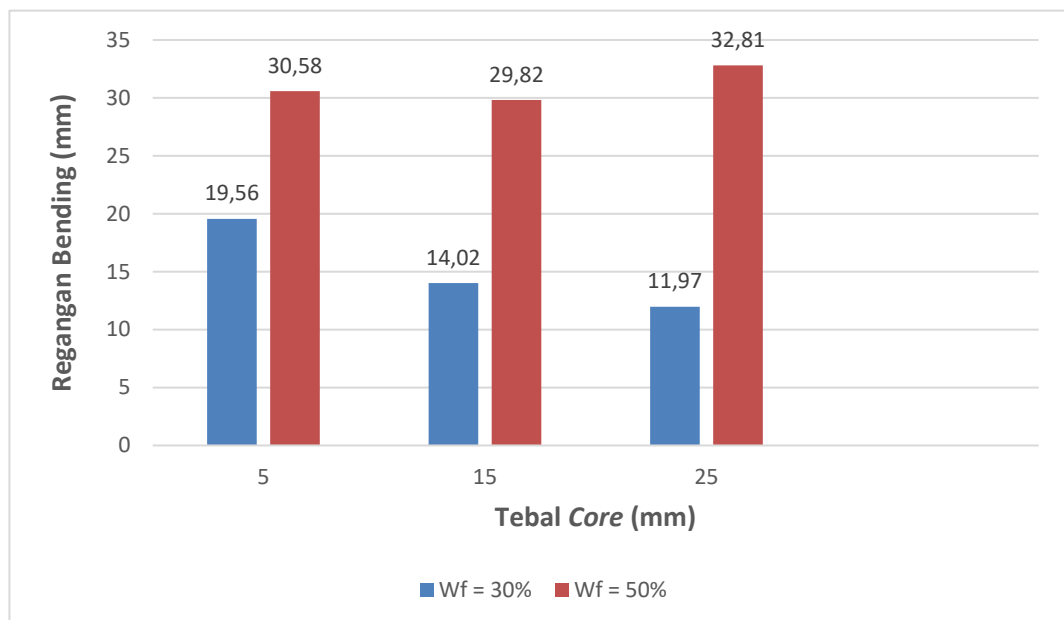
Grafik dari hasil perhitungan data pengujian bending komposit *sandwich* diperoleh data sebagai berikut:



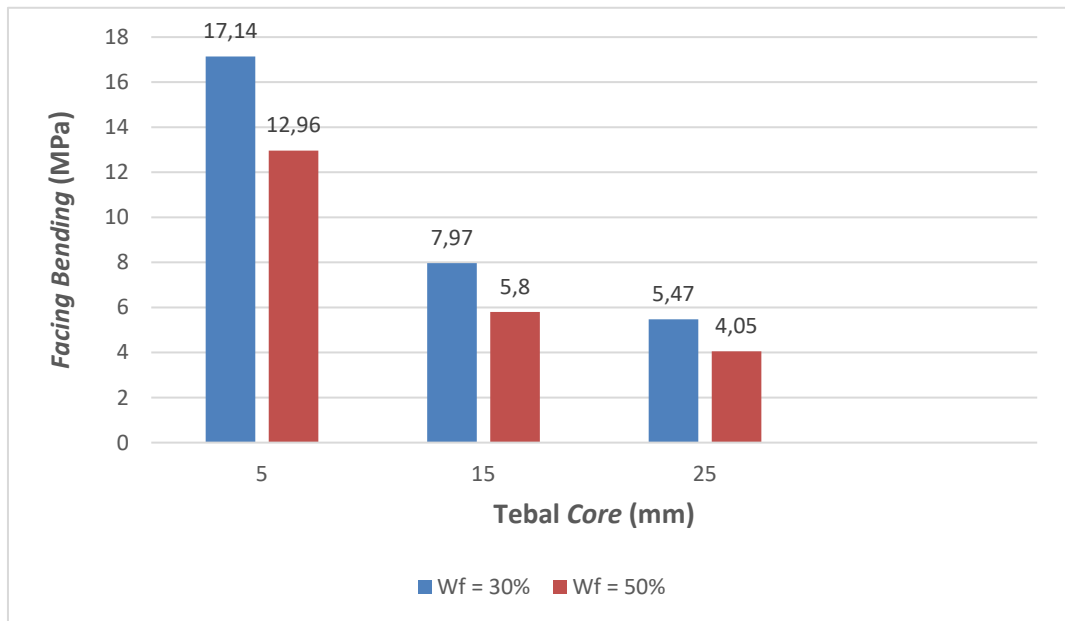
Gambar 2. Grafik Momen Bending vs Tebal Core



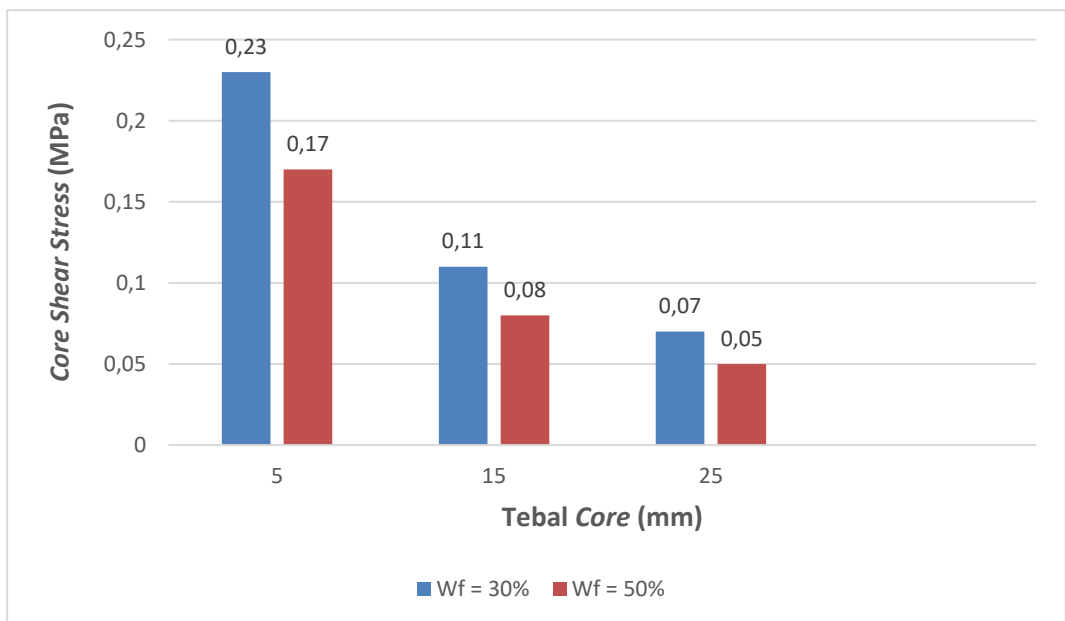
Gambar 3. Grafik Kekuatan Bending vs Tebal Core



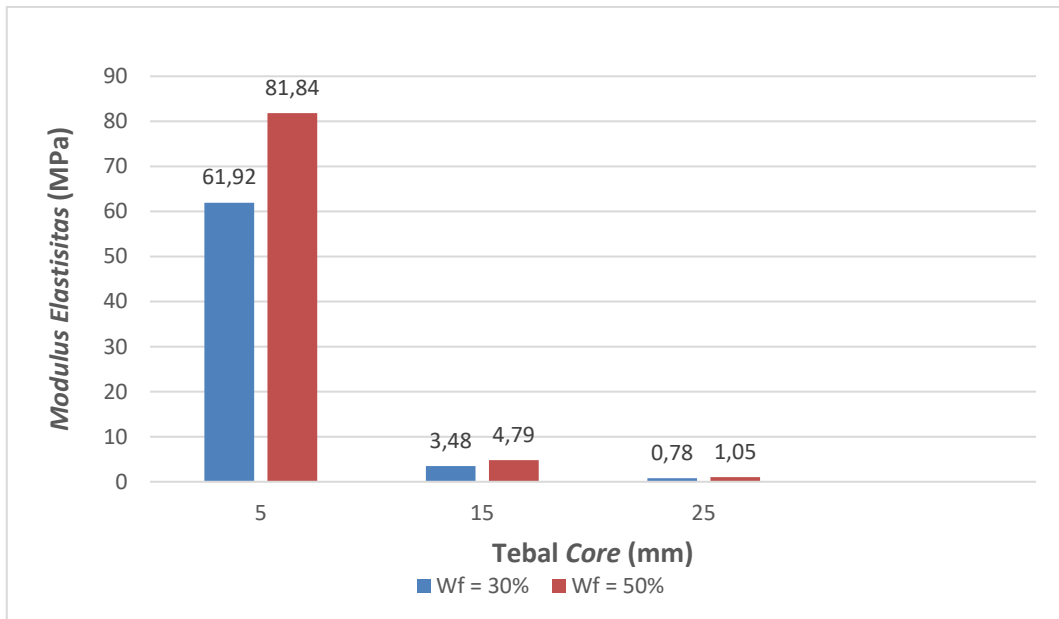
Gambar 4. Grafik Regangan Bending vs tebal Core



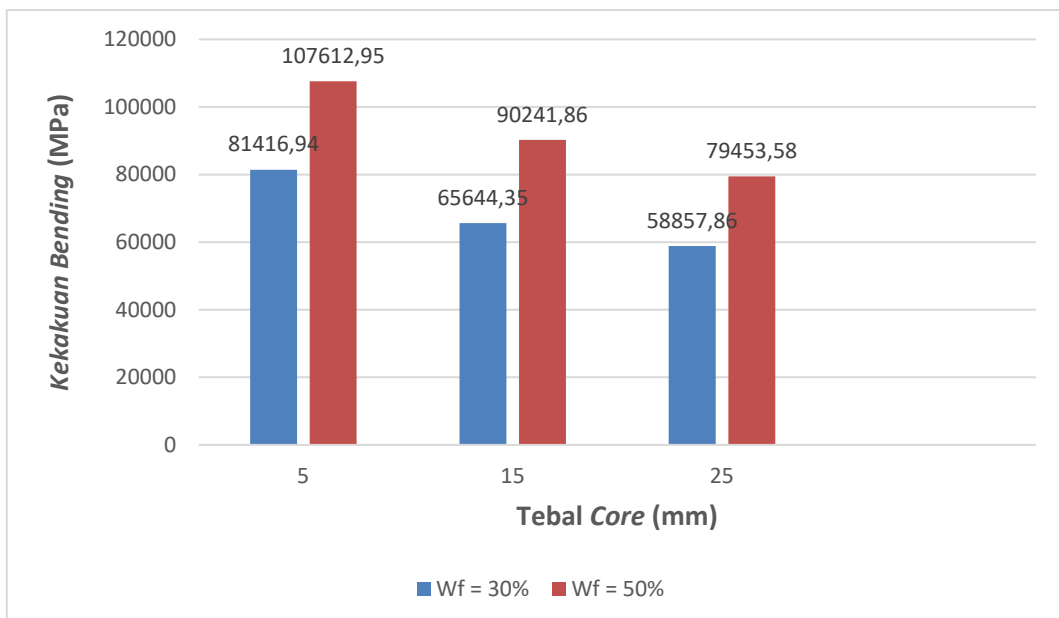
Gambar 5. Grafik *Facing Bending* vs *Tebal Core*



Gambar 6. Grafik *Core Shear Stress* vs *Tebal Core*



Gambar 7. Grafik Modulus Elastisitas vs Tebal Core



Gambar 8. Grafik Kekakuan Bending vs Tebal Core

3.1.3 Pembahasan Hasil Pengujian Bending

Kekuatan bending maksimal komposit *sandwich* terdapat pada fraksi berat penguat (W_f) = 30% dan pada ketebalan *core* = 5 mm yaitu sebesar 12,59 MPa, sedangkan Kekuatan bending minimal komposit *sandwich* terdapat pada fraksi berat penguat = 50% dan ketebalan *core* = 25 mm yaitu sebesar 0,87 MPa.

3.2. Hasil Pengujian *Density*

3.2.1 Analisis Pengujian *Density*

Hasil pengujian *density* dan analisis data dalam berbagai variasi fraksi berat ditunjukkan pada Tabel 3 dan 4, sedangkan grafik *density* versus tebal *core* diperlihatkan masing-masing pada gambar 9.

3.2.2 Tabel Hasil Perhitungan Pengujian *Density*

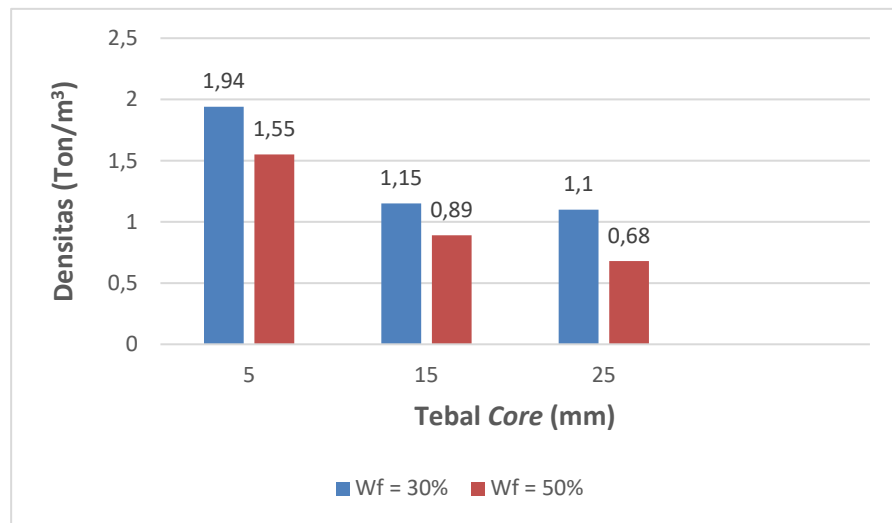
Tabel 3. Hasil Pengujian *Density* Komposit *Sandwich* pada Fraksi Berat 30%

Tebal Core (c) (mm)	Tebal Komposit (c) (mm)	Panjang Komposit (c) (mm)	Lebar Komposit (c) (mm)	Tebal Skin (t) (mm)	Volume Komposit (mm ³)	Berat Komposit (gr)	Density (d) (Ton/m ³)
5	5	200	46	1	64400	125	1,94
15	7	200	46	1	156400	180	1,15
25	17	200	46	1	248400	275	1,10

Tabel 4. Hasil Pengujian *Density* Komposit *Sandwich* pada Fraksi Berat 50%

Tebal Core (c) (mm)	Tebal Komposit (c) (mm)	Panjang Komposit (c) (mm)	Lebar Komposit (c) (mm)	Tebal Skin (t) (mm)	Volume Komposit (mm ³)	Berat Komposit (gr)	Density (d) (Ton/m ³)
5	5	200	46	1	64400	100	1,55
15	7	200	46	1	156400	140	0,89
25	17	200	46	1	248400	170	0,68

3.2.3 Grafik Perhitungan *Density* Komposit *Sandwich*



Gambar 9. *Density vs Tebal Core*

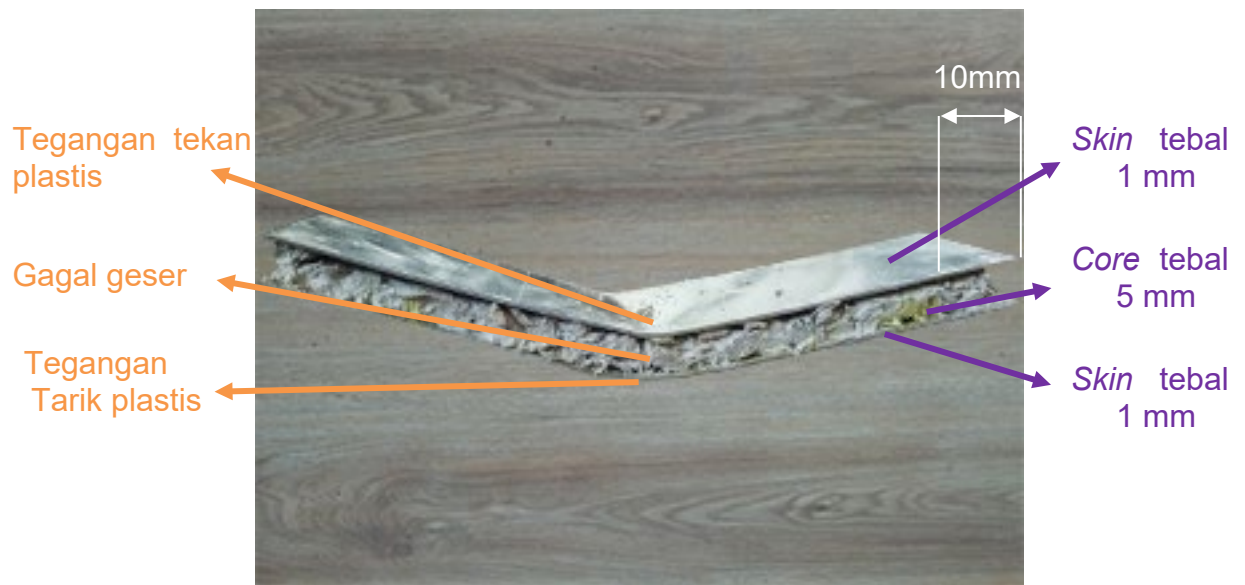
3.2.4 Pembahasan Hasil *Density*

Nilai *density* terjadi penurunan *density* pada fraksi berat penguat (W_f) = 30% dan pada ketebalan *core* = 5 mm sebesar 1,94 Ton/m³ menjadi 1,10 Ton/m³ pada ketebalan *core* = 25 mm. sedangkan pada fraksi berat penguat (W_f) = 50% dan pada ketebalan *core* = 5 mm juga mengalami penurunan sebesar 1,55 Ton/m³ menjadi 0,68 Ton/m³ pada ketebalan *core* = 25 mm.

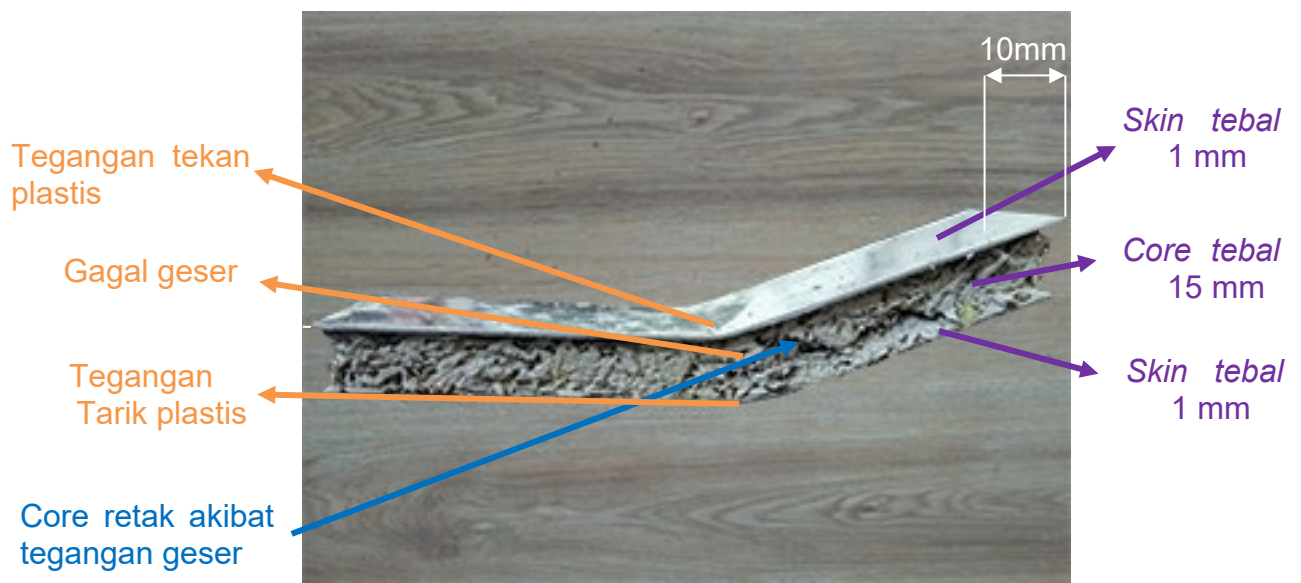
3.3 Analisa Foto Makro

3.3.1 Analisa Pola Kegagalan Bending

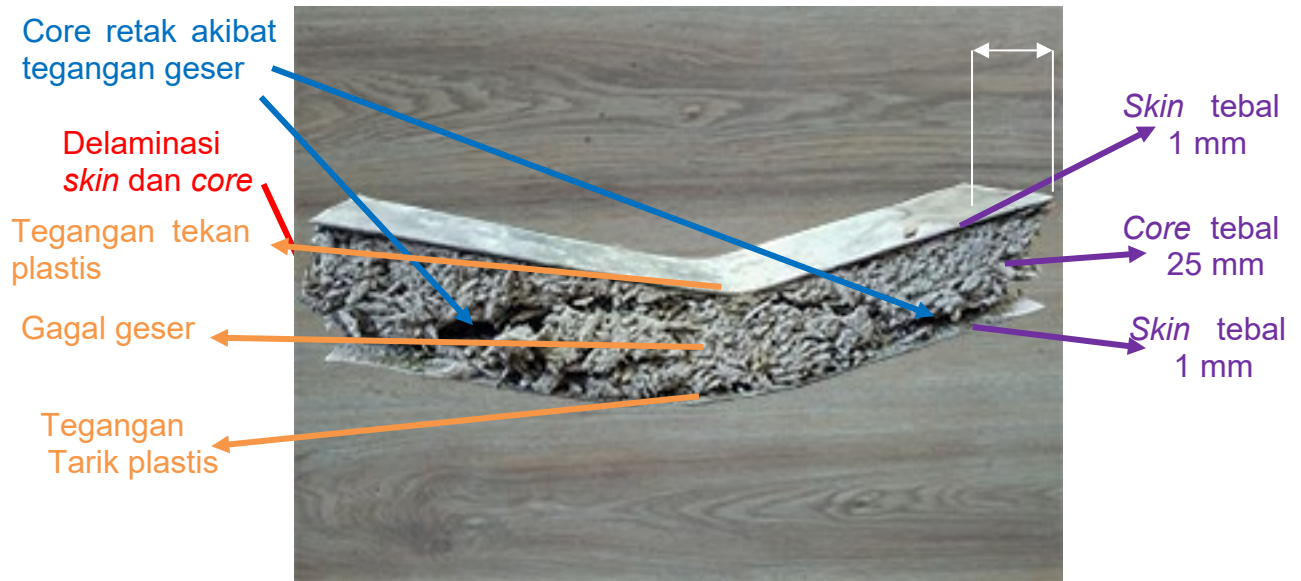
Pengamatan struktur makro pada bentuk patahan spesimen uji bending. Foto makro pada spesimen uji bending dengan dengan tebal *core* (c) 5mm, 15mm, 25mm, dengan fraksi berat penguat (W_f) 30% dan 50%, sebagai berikut:



Gambar 10. Patahan Spesimen Pengujian Bending Tebal
Core 5 mm Pada Fraksi Penguat (W_f) 30%.



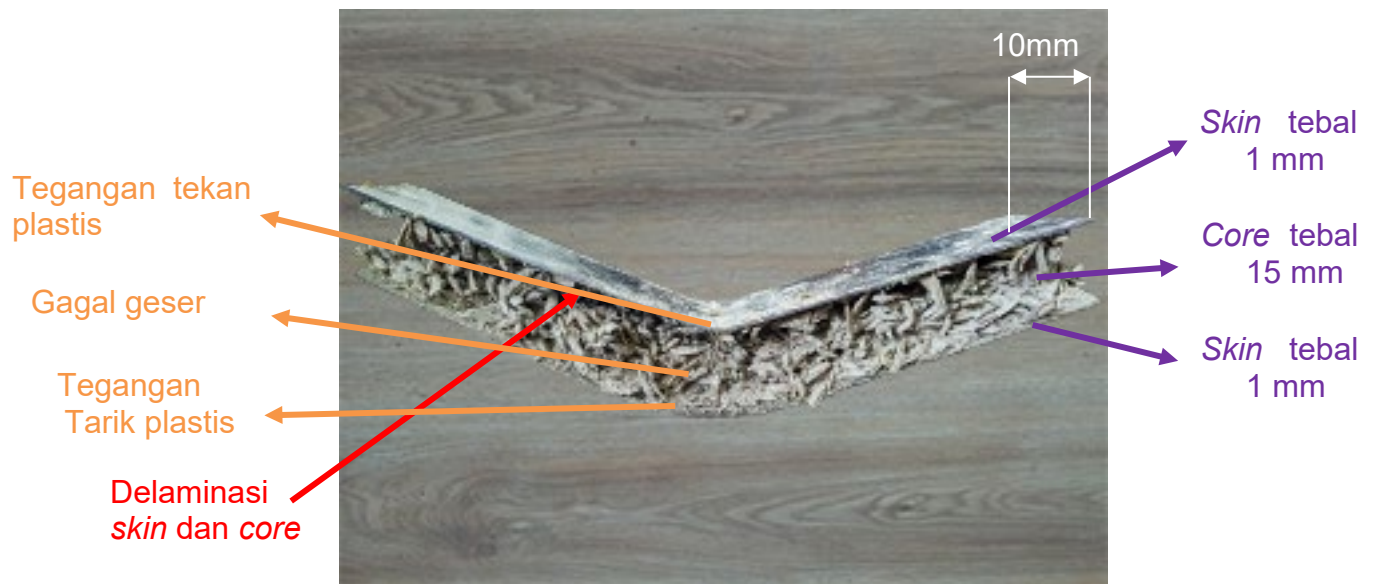
Gambar 11. Patahan Spesimen Pengujian Bending Tebal
Core 15 mm Pada Fraksi Penguat (W_f) 30%.



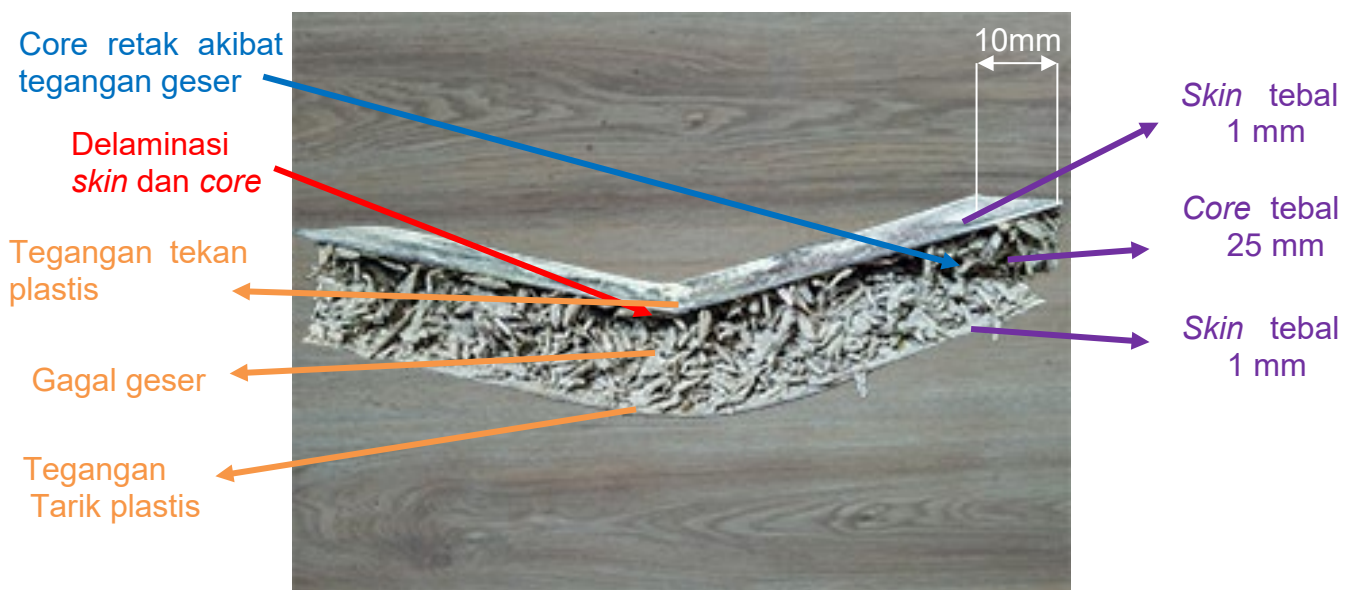
Gambar 12. Patahan Spesimen Pengujian Bending Tebal Core 25 mm Pada Fraksi Penguat (W_f) 30%.



Gambar 13. Patahan Spesimen Pengujian Bending Tebal Core 5 mm Pada Fraksi Penguat (W_f) 50%.



Gambar 14. Patahan Spesimen Pengujian Bending Tebal Core 15 mm Pada Fraksi Penguat (W_f) 50%.



Gambar 15. Patahan Spesimen Pengujian Bending Tebal Core 25 mm Pada Fraksi Penguat (W_f) 50%.

3.3.2 Pembahasan Foto Patahan

Tahapan kegagalan komposit *sandwich* pada pengujian bending adalah delaminasi *skin* dan *core* dan *core* retak akibat tegangan geser.

3.4 Komposisi Kimia

3.4.1 Analisis Hasil Komposisi Kimia

Tabel 5. Hasil Pengujian Komposisi Kimia

NO	KANDUNGAN UNSUR	SAMPLER UJI	
		Spesimen Uji (%)	Deviasi
1	Al	99,28	0,0908
2	Si	<0,0500	<0,0000
3	Fe	<0,0500	<0,000
4	Cu	0,156	0,0026
5	Mn	0,0304	0,0001
6	Mg	<0,0500	<0,0000
7	Cr	0,0550	<0,0000
8	Ni	<0,0200	0,0327
9	Zn	0,156	<0,0000
10	Sn	<0,0500	<0,0000
11	Ti	<0,0100	<0,0000
12	Pb	<0,0300	0,0000
13	Be	0,0001	0,0012
14	Ca	0,0044	<0,0000
15	Sr	<0,00005	0,0477
16	V	0,0552	0,0020
17	Zr	0,0045	

3.4.2 Pembahasan Hasil Uji Komposisi Kimia

Dari hasil pengujian komposisi kimia diatas menunjukan bahwa di ketahui 3 unsur dengan presentase terbesar yang terkandung pada hasil aluminium adalah (Al) 99,28%, (Cu) 0,156%, (Zn) 0,156% sehingga unsur yang ada pada aluminium ini termasuk logam aluminium paduan tembaga (Al-Cu-Zn).

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan analisa pengujian serta pembahasan yang diperoleh maka dapat di tarik kesimpulan seperti berikut :

1. Kekuatan bending maksimal komposit *sandwich* terdapat pada fraksi berat penguat (W_f) = 30% dan pada ketebalan *core* = 5 mm yaitu sebesar 12,59 MPa, sedangkan Kekuatan bending minimal komposit

sandwich terdapat pada fraksi berat penguat = 50% dan ketebalan *core* = 25 mm yaitu sebesar 0,87 MPa.

2. Pola kegagalan dalam pengamatan foto makro komposit *sandwich* adalah delaminasi *skin* dan *core* dan *core* retak akibat tegangan geser..
3. Nilai *density* dengan standart ASTM C 271 yaitu terjadi penurunan *density* pada fraksi berat penguat (W_f) = 30% dan pada ketebalan *core* = 5 mm sebesar 1,94 Ton/m³ menjadi 1,10 Ton/m³ pada ketebalan *core* = 25 mm. sedangkan pada fraksi berat penguat (W_f) = 50% dan pada ketebalan *core* = 5 mm juga mengalami penurunan sebesar 1,55 Ton/m³ menjadi 0,68 Ton/m³ pada ketebalan *core* = 25 mm.
4. Unsur yang terkandung pada aluminium dengan standart ASTM E 1251 yaitu 17 unsur yang terkandung, namun hanya 3 unsur yang paling dominan yaitu (Al) 99,28%, (Cu) 0,156%, (Zn) 0,156%, sehingga unsur yang ada pada aluminium ini termasuk logam aluminium paduan tembaga (Al-Cu-Zn).

4.2 Saran

Setelah melakukan rangkaian pengujian sampai dengan mendapatkan kesimpulan ini, dengan ini beberapa saran yang bisa digunakan untuk proses pengembangan penelitian selanjutnya, yaitu:

1. Menggunakan alat ukur digital agar mendapatkan akurasi pengukuran yang akurat.
2. Apabila dilakukan penelitian selanjutnya diharapkan dengan variasi fraksi berat dan tebal *core* yang berbeda dengan metode yang sesuai.
3. Dalam pengujian spesimen lebih baik jika ditambahkan pengujian impak dengan standart yang sesuai agar spesimennya valid saat diuji dan pengujian temperatur agar dapat diketahui ketahanan dalam meredam suhu.

PERSANTUNAN

Puji syukur alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah, rahamat dan hidayah-Nya sehingga penyusunan laporan Tugas Akhir ini dapat

terselesaikan. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala hormat ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Subroto, M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Nurmuntaha Agung Nugraha, ST., MT, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan kepada penulis.
4. Bapak, Ir. Agus Hariyanto, MT. selaku pembimbing yang senantiasa memberi koreksi dan bimbingannya.
5. Orang tua tercinta yang telah mendukung penuh baik secara moril maupun materil didalam penyusunan Tugas Akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM International. 2004. *Standard Test Method for Determining Charpy Impact Resistance of Notched Specimens of Plastics (ASTM D 6110-04)*, United State : ASTM International

ASTM International. 2000. *Standart Test Method for Flexural Properties of Sandwich Construction (ASTM C 393)*, United State : ASTM International

Callister, WD. 2007. *Material Science and Enginering An Introduction*. New York : John Willey and Sons, Inc.

Gibson, 1994. *Principle Of Composite Material Mechanics*. New York : Mc Graw Hill, Inc.

Hariyanto, A. 2007. *Peningkatan Ketahanan Bending Komposit Hybrid Sandwich Serat Kenaf dan Serat Gelas Bermatrik Polyester Dengan Core Kayu Sengon Laut*. Universitas Muhammadiyah Surakarta : Surakarta.

Hartanto, L. 2009. *Study Perlakuan Alkali dan Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Bending, Tarik dan Impact Komposit Berpenguat Serat Rami Bermatrik Poliester BQTN 157*, Universitas Muhammadiyah Surakarta : Surakarta.

Jones, MR. 1975. *Mechanics of Composite Material*, Hemisphere Publishing Co : New York

Lukkassen, D., dan Meidell, A. 13 Oktober 2003. *Advanced Materials and Structures and their Fabrication Processes*, edisi III, HiN : Narvik University College.

Mueler, Dieter. H. 2003. *New Discovery in the Properties of Composites Reinforced with Natural Fibers*. Journal of Industrial Textiles, Vol 33. No 22 Sage Publications.

Nugroho ATP. 2011. *Pengaruh Tebal Skin dan Core Terhadap Kekuatan Bending Komposit Sandwich Serat Rami - Poliester Dengan Core Sekam Padi - Urea Formaldehyde*, Universitas Sebelas Maret : Surakarta.

Apriandana, Ryzky. 2019. *Komposit Sandwich Berpenguat Hybrid Serat Bambu Ori Dan Serat Rami Pada Skin Dan Berpenguat Serbuk Kayu Sengin Laut Dan Serbuk Tempurung Kelapa Pada Core Dan Bermatrik Polyester*, Universitas Muhammadiyah Surakarta : Surakarta.

<https://www.homify.co.id/ideabooks/5918531/10-keunggulan-bata-hebel-sebagai-material-bangunan>

www.supermix.co.id/mengenal-lebih-jauh-semen-mortar/